

2h – Aucun document autorisé.

Seules les calculatrices de type « collègue » sont autorisées. Sinon, explicitez vos calculs sous forme littérale.

COURS - 6 points Entre 5 et 10 lignes Maximum par question.

1. Expliquer brièvement la théorie des bandes puis la différence entre isolant/conducteur/semi-conducteur. Pour quelle raison un cristal ionique est-il transparent et un métal poli, miroir ?
2. Expliquez dans un cadre « technologique » l'articulation et les objectifs du cours GM1.
3. Quelles sont les différents types de liaisons rencontrées dans les solides et leurs principales propriétés ?

Exercice I - 2 points

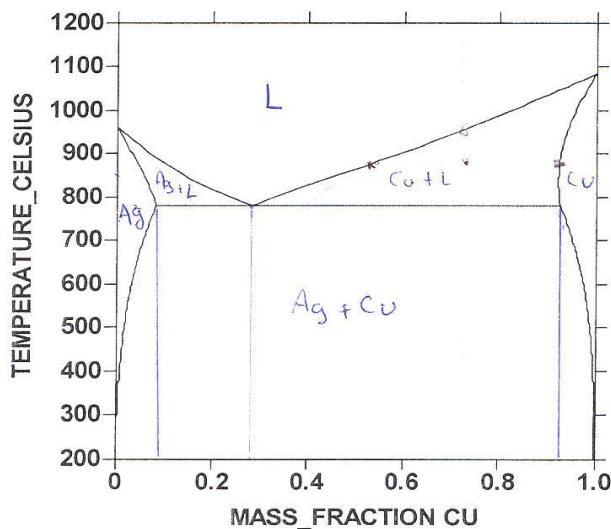
On se propose de déterminer la constante d'Avogadro.

La diffraction des plans (111) de l'Aluminium se fait à un angle de Bragg de $19,2^\circ$ pour un rayonnement incident de longueur d'onde 1.537 Ångström. Sachant que l'aluminium est CFC, que sa densité est de 2.699 g.cm^{-3} et à une masse molaire de 26.98g, déterminez la constante d'Avogadro.

Exercice 2 – 5 points

Le diagramme de phase suivant représente les alliages binaires Ag-Cu

- 1) Indiquez dans chaque domaine la nature des phases présentes.
- 2) Que pouvez-vous dire de la structure cristallographique de Ag par rapport à celle de Cu ?
- 2) Décrivez les réactions particulières de ce diagramme.
- 3) Quelle est la limite de solubilité de l'argent dans le cuivre ? Est-elle identique à celle du cuivre dans l'argent ?
- 4) Soixante grammes d'un alliage Ag-40Cu sont portés à 900°C . Quelle quantité de Cuivre faut-il ajouter à cette température pour saturer le liquide ? Quelle est la définition du terme saturer ?
- 5) Cinq kilogrammes d'alliage Ag-80Cu sont portés à l'état liquide puis refroidis. Reportez soigneusement sur un diagramme la quantité de phase formée (en kg) à 1000°C , 800°C , puis à 700°C .
- 7) Représentez de manière schématisée les courbes d'enthalpie libre molaire des différentes phases à l'équilibre aux températures de 962°C , 850°C , $779,4^\circ\text{C}$ et 600°C .



Exercice 3 - 7 points

1) Le Fer pur existe sous deux structures différentes en fonction de la température : cubique face centrée et cubique centré. Les valeurs thermodynamiques correspondantes ont été mesurées à 300K pour chacune des deux structures :

Structure	H (J/mole)	S (J/(mole.K))
CFC	8020	36
CC	47	27,5

1.1) Laquelle des structures observera-t-on à la température ambiante ? Pourquoi ?
(Réponse nulle si aucune explication).

1.2) A quelle température la deuxième structure sera stable ? (idem à 1))

$$G_{CFC} = 8020 - 300 \times 36$$
$$G_{CC} = 47 - 300 \times 27,5$$

$G_{CC} < G_{CFC}$

2) La structure CFC est capable d'accepter au maximum 6 at% d'atomes de carbone. La structure CC, elle n'en accepte que 0,02 %. Proposez une explication physique à ce phénomène.

$$Fe \alpha CC \ a = 0.2903 \text{ nm} \quad Fe \gamma CFC \ a = 0.3646 \text{ nm}$$

$$\text{Le rayon ionique du carbone est de } 0.077 \text{ nm}$$

3) Un traitement thermique particulier des aciers consiste par exemple pour un acier à 1,8 at% de carbone de porter celui-ci à haute température (1000°C) de le maintenir pendant une demi heure, puis soit de le tremper à l'eau de manière à le refroidir le plus rapidement possible, soit de le refroidir lentement (par exemple en coupant l'alimentation du four).

Dans l'état trempé l'acier est monophasé, il possède une dureté de 700 Vickers.

Après refroidissement au four, l'acier est biphasé, composé de Fer et de cémentite de formule Fe_3C et possède une dureté de 150 Vickers.

3.1) Commentez les résultats de dureté après trempe et proposez une explication physique

3.2) Le carbure de fer nommé cémentite cristallise dans le système orthorhombique.

On donne $a = 4.52 \text{ \AA}$ $b = 5.09 \text{ \AA}$ $c = 6.74 \text{ \AA}$. La cémentite possède 4 motifs Fe_3C par maille

- démontrez la règle des leviers puis calculez la fraction de ferrite et cémentite présente dans l'alliage dans le cas d'un refroidissement lent. Vous possédez toutes les données nécessaires à ce calcul.
- La cémentite possède 4 motifs Fe_3C par maille. Calculez la masse volumique de l'alliage suite au refroidissement lent.

3.3) On désire vérifier que l'alliage est bien constitué de cémentite. Pour cela on réalise une expérience de diffraction des rayons-X, avec un rayonnement de longueur d'onde 1,54 angströms. Calculez l'angle de diffraction des familles de plans suivants : (100), (010), (110) et (111).